



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**10.02.2021 Bulletin 2021/06**

(51) Int Cl.:  
**G01D 4/00 (2006.01)** **G01F 15/00 (2006.01)**  
**G01M 3/00 (2006.01)** **G01F 15/06 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **20188483.0**

(22) Date de dépôt: **29.07.2020**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **Sagemcom Energy & Telecom SAS**  
**92500 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeur: **TEBOULLE, Henri**  
**92500 Rueil Malmaison (FR)**

(74) Mandataire: **Lavaud, Thomas et al**  
**Cabinet Boettcher**  
**16, rue Médéric**  
**75017 Paris (FR)**

(30) Priorité: **09.08.2019 FR 1909128**

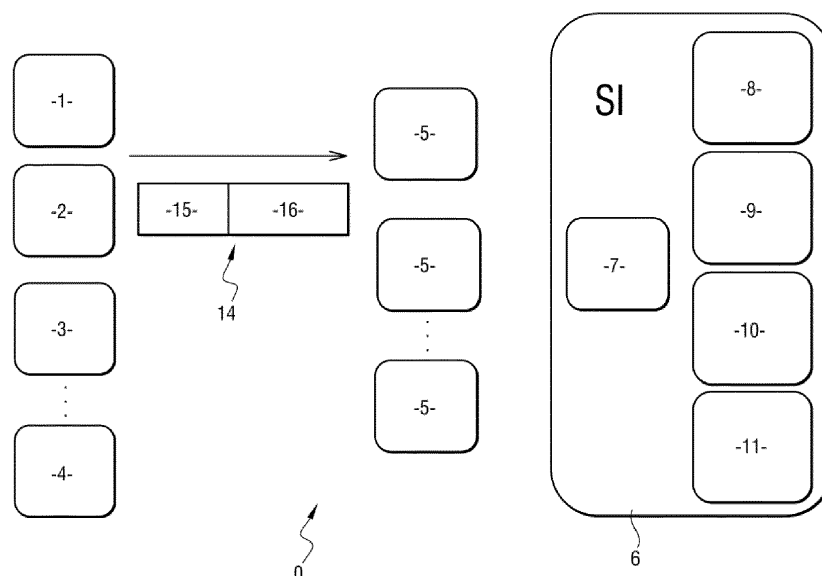
(54) **PROCEDE DE SURVEILLANCE D'UN ENSEMBLE DE COMPTEURS**

(57) Procédé de surveillance d'un ensemble de compteurs (1, 2, 3, 4) qui sont connectés à un même dispositif de traitement distant (6), comprenant les premières étapes, mises en œuvre dans chaque compteur, de :

- acquérir des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie ;
- sélectionner, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence ;
- transmettre régulièrement au dispositif de traitement

distant les mesures pertinentes ;  
et les deuxièmes étapes, mises en œuvre dans le dispositif de traitement distant (6), de :  
- pour chaque compteur, réaliser une comparaison des mesures pertinentes avec un seuil de détection commun à tous les compteurs de l'ensemble de compteurs, pour tenter de détecter une anomalie associée audit compteur ;  
- ajuster dynamiquement le seuil de détection en fonction d'un taux détecté d'anomalies.

Fig. 1



## Description

**[0001]** L'invention concerne le domaine des compteurs intelligents : compteurs d'eau, de gaz, d'électricité, etc.

## ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

**[0002]** On assiste aujourd'hui à un très large déploiement des compteurs dits « intelligents ». Les compteurs intelligents dont il est ici question sont utilisés pour mesurer un flux quelconque fourni à une installation par un réseau de distribution : eau, gaz, électricité, etc.

**[0003]** Ces compteurs intelligents ne se contentent pas d'effectuer des mesures, mais sont aussi capables de réaliser un certain nombre de fonctions complémentaires : gestion des tarifs par réception d'ordres, relève et programmation à distance, téléinformation client, etc.

**[0004]** Les compteurs intelligents sont organisés en de véritables réseaux de compteurs au sein desquels circulent à la fois des données montantes transmises par les compteurs au fournisseur ou au gestionnaire du réseau, et des données descendantes reçues par les compteurs. Chacun de ces réseaux comporte classiquement un grand nombre de compteurs reliés à un même Système d'Information (SI), éventuellement via des équipements intermédiaires tels que des concentrateurs de données ou des *gateways* (que l'on peut traduire en français par « passerelles »).

**[0005]** Dans un tel réseau, il est fondamental d'être en mesure de détecter efficacement et de manière fiable les anomalies pouvant se produire, et notamment les défauts survenant dans les installations (par exemple des fuites d'eau ou de gaz) ou les tentatives de fraude subies par les compteurs. En effet, l'un des intérêts du développement des réseaux de compteurs intelligents est de réduire au maximum les interventions d'opérateurs du fournisseur ou du gestionnaire du réseau pour vérifier le bon fonctionnement des compteurs.

**[0006]** On cherche donc à rendre plus robuste la détection des anomalies, sans pour autant complexifier les compteurs, et en limitant le volume des échanges de données sur le réseau afin d'impacter le moins possible la consommation électrique des compteurs. Ce dernier point est particulièrement critique pour les compteurs d'eau ou de gaz qui sont alimentés par une ou des piles et dont la durée de vie, sans changer la ou les piles, doit être très importante, typiquement égale à 20 ans.

## OBJET DE L'INVENTION

**[0007]** L'invention a pour objet d'améliorer la détection des anomalies survenant sur les compteurs ou dans les installations auxquelles sont reliés lesdits compteurs, tout en limitant les échanges de données nécessaires pour cette détection et sans complexifier les compteurs.

## RESUME DE L'INVENTION

**[0008]** En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé de surveillance d'un ensemble de compteurs, chaque compteur étant agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution, tous les compteurs étant connectés à un même dispositif de traitement distant, le procédé de surveillance comprenant les premières étapes, mises en œuvre dans chaque compteur, de :

- acquérir des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée audit compteur ;
- sélectionner, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence ;
- transmettre régulièrement au dispositif de traitement distant les mesures pertinentes ;

et les deuxièmes étapes, mises en œuvre dans le dispositif de traitement distant, de :

- pour chaque compteur, réaliser une comparaison des mesures pertinentes avec un seuil de détection commun à tous les compteurs de l'ensemble de compteurs, pour tenter de détecter une anomalie associée audit compteur ;
- ajuster dynamiquement le seuil de détection en fonction d'un taux détecté d'anomalies.

**[0009]** Une anomalie associée à un compteur est par exemple un défaut dans l'installation associée audit compteur (une fuite par exemple), ou bien une tentative de fraude sur ledit compteur.

**[0010]** Ainsi, dans le procédé de surveillance selon l'invention, c'est le dispositif de traitement distant qui ajuste dynamiquement le seuil de détection qui permet de détecter une anomalie. Cette solution améliore la précision et la robustesse de la détection, car le dispositif de traitement distant est relié à tous les compteurs et peut donc évaluer statistiquement les résultats de détection obtenus par tous les compteurs, ce qu'un compteur seul est incapable de faire.

**[0011]** L'invention est basée sur du *Edge Computing* (que l'on peut traduire en français par « informatique en périphérie ») au niveau des compteurs. Chaque compteur produit des mesures primaires et réalise un prétraitement sur les mesures primaires, qui consiste à sélectionner les mesures pertinentes et à les mettre en forme pour les transmettre régulièrement au dispositif de traitement distant qui centralise et analyse ces mesures pertinentes.

**[0012]** Comme le seuil de détection est élaboré au sein du dispositif de traitement distant, c'est-à-dire à l'extérieur des compteurs, on évite d'avoir à remonter les messages d'anomalies qui sont, selon l'invention, directement détectées par le dispositif de traitement distant. On

minimise ainsi le volume des échanges sur le réseau et on impacte très peu la consommation électrique des compteurs.

**[0013]** On note aussi que l'acquisition des mesures primaires et le prétraitement qui vient d'être évoqué ne nécessitent pas de reprogrammer les compteurs régulièrement, ce qui limite à nouveau le volume des échanges sur le réseau. Par ailleurs, ces opérations sont très simples et ne complexifient pas le compteur au niveau *hardware* (que l'on peut traduire en français par « matériel ») ou au niveau logiciel.

Optionnellement, une anomalie associée à un compteur est un défaut dans l'installation associée audit compteur ou une tentative de fraude sur ledit compteur.

Optionnellement, les compteurs sont des compteurs d'un fluide, et dans lequel le défaut dans l'installation possiblement détecté est une fuite du fluide dans l'installation.

Optionnellement, les compteurs comprennent chacun un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse du fluide, dans lequel la grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une vitesse moyennée  $V_{moy}$  du fluide sur une première durée prédéterminée, et dans lequel le critère de pertinence est la condition :

$|V_{moy}| \leq \text{Seuil\_V1}$ , où  $|V_{moy}|$  est une valeur absolue de la vitesse moyennée  $V_{moy}$  et où  $\text{Seuil\_V1}$  est un seuil de vitesse prédéterminé.

Optionnellement, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant détecte une fuite dans l'installation associée audit compteur lorsque, sur une deuxième durée prédéterminée, on a :

$N1 \geq K1$ , où  $K1$  est un seuil de fuite prédéterminé, et où  $N1$  est le nombre de vitesses moyennées telles que :

$$V_{moy} > \text{Seuil\_V2},$$

où  $\text{Seuil\_V2}$  est le seuil de détection.

Optionnellement, lorsqu'un taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un premier taux de fuite prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au premier taux de fuite prédéterminé.

Optionnellement, la grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une différence d'index  $\Delta C$  entre une valeur maximale et une valeur minimale d'un index métrologique du compteur sur une troisième durée prédéterminée, et dans lequel le critère prédéterminé est la condition :

$\Delta C \leq \text{Seuil\_C1}$ , où  $\text{Seuil\_C1}$  est un seuil d'index prédéterminé. Optionnellement, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant détecte une fuite dans l'installation associée audit compteur lorsque, sur une quatrième durée prédéterminée, on a :

$(\Delta C_{\max} - \Delta C_{\min}) \geq \text{Seuil\_C2}$ , où  $\Delta C_{\max}$  est la valeur maximale de la différence d'index  $\Delta C$  et où  $\Delta C_{\min}$  est la valeur minimale de la différence d'index  $\Delta C$ , et où

$\text{Seuil\_C2}$  est le seuil de détection.

Optionnellement, lorsqu'un taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un deuxième taux de fuite prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fuite prédéterminé.

Optionnellement, les compteurs sont des compteurs d'un fluide qui comprennent chacun un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse du fluide, et dans lequel la tentative de fraude possiblement détectée est une tentative de fraude ultrasonique.

Optionnellement, la grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est un niveau de signal ultrasonique parasite mesuré lorsque le dispositif de mesure ultrasonique n'émet pas de signal ultrasonique de mesure, et dans lequel le critère de pertinence est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une cinquième durée prédéterminée, un premier nombre prédéterminé des niveaux de signal ultrasonique parasite les plus élevés en valeur absolue.

Optionnellement, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant (6) détecte une tentative de fraude lorsque, sur une sixième durée prédéterminée, on a :

$N2 \geq K2$ , où  $K2$  est un seuil de fraude prédéterminé, et où  $N2$  est le nombre de niveaux de signal ultrasonique parasite tels que :

$|Nc| > \text{Seuil\_Nc}$ , où  $\text{Seuil\_Nc}$  est le seuil de détection.

Optionnellement, lorsqu'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un premier taux de fraude prédéterminé, le dispositif de traitement distant augmente le seuil de détection pour que le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au premier taux de fraude prédéterminé.

Optionnellement, les compteurs comprennent chacun un magnétomètre destiné à détecter une tentative de fraude magnétique.

Optionnellement, le magnétomètre est un magnétomètre 3D, dans lequel la grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est une grandeur magnétique égale à :

$(|Bx| + |By| + |Bz|)$ ,  $Bx$ ,  $By$  et  $Bz$  étant des valeurs en Tesla d'un champ magnétique mesuré selon trois axes X, Y et Z, et dans lequel le critère de pertinence est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une septième durée prédéterminée, un deuxième nombre prédéterminé des valeurs  $Bx$ ,  $By$  et  $Bz$  des grandeurs magnétiques les plus élevées.

Optionnellement, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant détecte une tentative de fraude lorsque, sur une huitième durée prédéterminée, on a au moins une valeur du module B telle que :

$$B > \text{Seuil\_B},$$

où Seuil\_B est le seuil de détection et où :

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}.$$

Optionnellement, lorsqu'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un deuxième taux de fraude prédéterminé, le dispositif de traitement distant augmente le seuil de détection pour que le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fraude prédéterminé.

Optionnellement, on propose un système de mesure comprenant un ensemble de compteurs et un dispositif de traitement distant, chaque compteur étant agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution, tous les compteurs étant connectés au dispositif de traitement distant, le procédé de surveillance tel que précité étant mis en œuvre dans ledit système de mesure.

Optionnellement, on propose un compteur agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution et pour être connecté à un dispositif de traitement distant, le compteur comprenant un composant de traitement dans lequel les premières étapes du procédé de surveillance tel que précité sont mises en œuvre.

Optionnellement, on propose un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un composant de traitement d'un compteur, les premières étapes du procédé de surveillance tel que précité. Optionnellement, on propose des moyens de stockage, stockant un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un composant de traitement d'un compteur, les premières étapes du procédé de surveillance tel que précité.

**[0014]** L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode de mise en œuvre particulier non limitatif de l'invention.

## BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

**[0015]** Il sera fait référence au dessin annexé suivant : [Fig. 1] la figure 1 représente un système de mesure comprenant quatre ensembles de compteurs, des *gateways* et un Système d'Information.

## DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

**[0016]** En référence à la figure 1, l'invention est ici mise en œuvre dans un système 0 qui comporte un premier ensemble de compteurs 1, un deuxième ensemble de compteurs 2, un troisième ensemble de compteurs 3 et un quatrième ensemble de compteurs 4. Le système 0 comporte de plus une pluralité de *gateways* 5. Le système 0 comporte aussi un dispositif de traitement distant qui est en l'occurrence un Système d'Information (SI) 6.

**[0017]** Le SI 6 comporte un module LNS 7 (pour *LoRa Network Server*, que l'on peut traduire en français par « serveur de réseau LoRa ») ainsi qu'un premier module d'application 8, un deuxième module d'application 9, un troisième module d'application 10 et un quatrième module d'application 11.

**[0018]** Tous les compteurs sont connectés au SI 6 via les *gateways* 5. Les compteurs communiquent avec le SI 6 via un réseau LoRa (pour *Long Range*, que l'on peut traduire en français par « longue portée »). Bien sûr, un autre type de réseau radiofréquence pourrait être utilisé, par exemple un réseau qui utilise une bande de fréquence autour de 169MHz ou bien toute autre technologie radiofréquence à basse consommation et longue portée. Les compteurs pourraient aussi être reliés à un dispositif de traitement distant par des moyens de communication différents : moyens filaires, courants porteurs en ligne, etc.

**[0019]** Dans le cas du LoRa, on utilise ici une bande ISM (pour Industrie, Science et Médical) pour émettre des données montantes depuis les compteurs vers le SI 6, en l'occurrence la bande 863 à 870MHz en Europe.

**[0020]** On note que tous les compteurs qui émettent dans ladite bande ISM doivent alors respecter un *duty cycle* (que l'on peut traduire en français par « rapport cyclique ») de 0.1% (c'est-à-dire qu'ils n'émettent pas plus de 0.1% du temps, soit pas plus de 3,6s par heure).

**[0021]** Chaque compteur comprend un composant de traitement adapté à exécuter des instructions d'un programme pour mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'invention. Le composant de traitement est ici un microcontrôleur mais pourrait être un composant différent, par exemple un microprocesseur, un FPGA, un ASIC, etc.

**[0022]** On s'intéresse tout d'abord aux compteurs du premier ensemble de compteurs 1, qui mettent en œuvre un premier mode de surveillance et qui communiquent, via les *gateways* 5 et le module LNS 7, avec le premier module d'application 8 du SI 6.

**[0023]** Les compteurs du premier ensemble 1 sont des compteurs d'eau et sont chacun agencés pour mesurer un débit d'eau fourni à une installation par un réseau de distribution.

**[0024]** Chacun de ces compteurs comprend un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse de l'eau.

**[0025]** Le dispositif de mesure ultrasonique comporte un conduit, raccordé à un tuyau relié au réseau de distribution, dans lequel circule l'eau. Le dispositif de mesure comporte aussi un premier transducteur et un deuxième transducteur qui sont appariés en fréquence et en niveau d'émission. Le premier transducteur et le deuxième transducteur sont par exemple des transducteurs piézoélectriques.

**[0026]** Le premier transducteur émet dans le conduit un premier signal ultrasonique de mesure émis qui parcourt un trajet de longueur définie. Le deuxième transducteur reçoit un premier signal ultrasonique de mesure reçu résultant de la propagation dans le fluide du premier

signal ultrasonique de mesure émis. On mesure alors le temps de trajet mis par le premier signal ultrasonique de mesure émis pour parcourir le trajet de longueur définie d'amont en aval.

**[0027]** De même, le deuxième transducteur émet dans le conduit un deuxième signal ultrasonique de mesure émis. Le premier transducteur reçoit un deuxième signal ultrasonique de mesure reçu résultant de la propagation dans le fluide du deuxième signal ultrasonique de mesure émis. On mesure alors le temps de trajet mis par le deuxième signal ultrasonique de mesure émis pour parcourir le trajet de longueur définie d'aval en amont.

**[0028]** On estime la vitesse de l'eau V à partir notamment de la longueur définie du trajet et de la différence entre les temps de trajet. La vitesse de l'eau V est une vitesse moyenne de l'eau dans le conduit.

**[0029]** Le compteur transmet régulièrement au SI 6 des trames contenant des données classiquement transmises par un tel compteur d'eau. Ces données incluent des estimations du débit d'eau fourni à l'installation, ainsi que diverses autres données.

**[0030]** Pour mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'invention, le compteur va, en plus de ces trames émises de manière classique, transmettre au SI 6 des trames de surveillance.

**[0031]** Le compteur envoie ici 4 trames de surveillance par jour, soit une toutes les 6 heures, sachant qu'en SF12 (293 bit/s - SF pour *Spreading Factor*, que l'on peut traduire en français par « facteur d'étalement »), la durée d'émission d'une trame LoRa comprenant une *Payload* (que l'on peut traduire en français par « charge utile ») typique *FRMPayload* de 51 octets est de l'ordre de 2,5s. Ces nouvelles trames de surveillance représentent donc une durée totale de 2,5s toutes les 6 heures, ce qui est relativement faible par rapport au *duty cycle* évoqué plus tôt.

**[0032]** On décrit maintenant, pour chaque compteur du premier ensemble de compteurs 1, le contenu des trames de surveillance.

**[0033]** Le composant de traitement du compteur produit des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée au compteur. L'anomalie possiblement détectée est ici un défaut survenant dans l'installation, une fuite d'eau en l'occurrence.

**[0034]** La grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une vitesse moyennée  $V_{moy}$  de l'eau sur une première durée prédéterminée, qui est égale ici à 15mn.

**[0035]** Le composant de traitement intègre la vitesse de l'eau V (qui est elle-même, comme on vient de le voir, une vitesse moyenne de l'eau dans le conduit) mesurée par le dispositif de mesure 8 fois par secondes sur 15mn, pour obtenir la vitesse moyennée  $V_{moy}$ , qui est une moyenne arithmétique.

**[0036]** La vitesse moyennée  $V_{moy}$  est alors mémorisée sur 2 octets.

**[0037]** Les vitesses moyennées  $V_{moy}$  acquises toutes

les 15mn forment donc les mesures primaires.

**[0038]** Puis, le composant de traitement sélectionne, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence. Le composant de traitement du compteur sélectionne uniquement les vitesses moyennées en situation de *Zéro-flow* (que l'on peut traduire en français par « flux nul »), c'est-à-dire dans une situation où les équipements de l'installation ne consomment pas d'eau.

**[0039]** Le critère de pertinence est donc ici la condition suivante :

$|V_{moy}| \leq \text{Seuil\_V1}$ , où  $|V_{moy}|$  est une valeur absolue de la vitesse moyennée  $V_{moy}$  et où  $\text{Seuil\_V1}$  est un seuil de vitesse prédéterminé.

**[0040]** Pour une période de 6 heures (soit 24 x 15 minutes), il suffit de 48 octets (sur 51) pour stocker les vitesses moyennées  $V_{moy}$  sur chaque période de 15 minutes.

**[0041]** Le composant de traitement transmet régulièrement au SI 6 ces mesures pertinentes, en l'occurrence toutes les 6 heures.

**[0042]** On note que la longueur définie L du trajet entre le premier transducteur et le deuxième transducteur du dispositif de mesure ultrasonique, propre à chaque compteur et déterminée lors de la calibration en usine, est fournie systématiquement au SI 6 sur un des trois octets restant.

**[0043]** Le premier module d'application 8 du SI 6 reçoit les trames de surveillance ou, plus précisément, des paquets de surveillance 14. Chaque paquet de surveillance 14 comprend une adresse 15 du compteur qui envoie ledit paquet de surveillance, ainsi qu'une trame de surveillance LoRa 16 qui comprend un *header* (que l'on peut traduire en français par « entête ») qui désigne le premier mode de surveillance dans lequel fonctionne le compteur (qui appartient au premier ensemble de compteurs 1), ce qui permet de diriger le paquet de surveillance 14 vers le premier module d'application 8.

**[0044]** Pour chaque compteur, le premier module d'application 8 réalise une comparaison des mesures pertinentes avec un premier seuil de détection commun à tous les compteurs du premier ensemble de compteurs 1, pour tenter de détecter une fuite d'eau dans l'installation associée au compteur.

**[0045]** Pour chaque compteur du premier ensemble 1, le SI 6 reçoit donc toutes les 6 heures 24 vitesses moyennées  $V_{moy}$  relatives à des périodes de *Zéro-flow*.

**[0046]** Le premier module d'application 8 détecte une fuite dans l'installation lorsque, sur une deuxième durée prédéterminée, qui est ici égale à 6 heures, on a :

$N1 \geq K1$ , où  $K1$  est un seuil de fuite prédéterminé, et où  $N1$  est le nombre de vitesses moyennées  $V_{moy}$  telles que :

$V_{moy} > \text{Seuil\_V2}$ ,

où  $\text{Seuil\_V2}$  est le premier seuil de détection commun à tous les compteurs du premier ensemble de compteurs 1.

Ici, K1 est égal à 16.

**[0047]** Ainsi, si on constate un biais positif concernant le signe de ces 24 valeurs de vitesse moyennée  $V_{moy}$ , et si au moins 16 de ces 24 valeurs vérifient :

$V_{moy} > \text{Seuil\_V2}$ ,  
on considère qu'il y a une fuite dans l'installation.

**[0048]** Le premier seuil de détection  $\text{Seuil\_V2}$  est ici égal à 0.5L/h.

**[0049]** Le premier module d'application 8 va aussi ajuster dynamiquement le premier seuil de détection  $\text{Seuil\_V2}$  en fonction d'un taux détecté d'anomalies, c'est-à-dire d'un taux détecté (par le SI 6) d'installations subissant une panne.

**[0050]** Le SI 6 reçoit en effet périodiquement les trames de surveillance émises par tous les compteurs du premier ensemble de compteurs 1, auxquels il est connecté via le réseau LoRa.

**[0051]** Lorsque le taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un premier taux de fuite prédéterminé, le premier module d'application 8 augmente le premier seuil de détection  $\text{Seuil\_V2}$  pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au premier taux de fuite prédéterminé.

**[0052]** On considère en effet qu'on ne peut pas avoir simultanément plus de F1% de fuites dans toutes les installations associées au premier ensemble de compteurs 1.

**[0053]** F1 est le premier taux de fuite prédéterminé et est ici égal à 8%.

**[0054]** Ainsi, si le premier module d'application 8 détecte plus de 8% d'installations en fuite, cela signifie que le premier seuil de détection  $\text{Seuil\_V2}$  est mal réglé et est trop bas. Le premier module d'application 8 ajuste dynamiquement le premier seuil de détection  $\text{Seuil\_V2}$  pour diminuer le taux détecté d'installations subissant une fuite de manière à ce qu'il devienne inférieur ou égal à 8%.

**[0055]** On s'intéresse maintenant aux compteurs du deuxième ensemble de compteurs 2, qui mettent en œuvre un deuxième mode de surveillance et qui communiquent, via les *gateways* 5 et le module LNS 7, avec le deuxième module d'application 9 du SI 6.

**[0056]** Les compteurs du deuxième ensemble 2 sont des compteurs de gaz et sont chacun agencés pour mesurer une quantité de gaz distribuée à une installation par un réseau de distribution.

**[0057]** Chacun de ces compteurs comprend un dispositif de mesure qui mesure le volume de gaz consommé et qui incrémente un index métrologique représentatif du volume de gaz consommé.

**[0058]** Le compteur transmet régulièrement au SI 6 des trames contenant des données classiquement transmises par un tel compteur de gaz. Ces données incluent des données de mesure représentatives de la quantité

de gaz distribuée à l'installation, par exemple l'index totalisateur métrologique, ainsi que diverses autres données.

**[0059]** Pour mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'invention, le compteur va, en plus de ces trames émises de manière classique, transmettre au SI 6 des trames de surveillance.

**[0060]** A nouveau, le compteur envoie ici 4 trames de surveillance par jour, soit une toutes les 6 heures. Ces nouvelles trames de surveillance représentent donc une durée totale de 2,5s toutes les 6 heures.

**[0061]** On décrit maintenant, pour chaque compteur du deuxième ensemble de compteurs 2, le contenu des trames de surveillance.

**[0062]** Le composant de traitement du compteur produit des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée au compteur. L'anomalie possiblement détectée est ici un défaut survenant dans l'installation, une fuite de gaz en l'occurrence.

**[0063]** La grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une différence d'index  $\Delta C$  entre les deux octets de poids faible d'une valeur maximale  $C_{max}$  et les deux octets de poids faible d'une valeur minimale  $C_{min}$  de l'index métrologique C du compteur sur une troisième durée prédéterminée. L'index métrologique C est mesuré 1 fois par seconde. La troisième durée prédéterminée est ici égale à 15mn.

**[0064]** La différence d'index  $\Delta C$  est alors mémorisée sur 2 octets.

**[0065]** Les différences d'index  $\Delta C$  acquises toutes les 15mn forment donc les mesures primaires.

**[0066]** Puis, le composant de traitement sélectionne, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence.

**[0067]** Le critère de pertinence est la condition :  $\Delta C = (C_{max} - C_{min}) \leq \text{Seuil\_C1}$ , où  $\text{Seuil\_C1}$  est un seuil d'index prédéterminé.

**[0068]** Typiquement,  $\text{Seuil\_C1} = 2$ .

**[0069]** On sélectionne donc les différences d'index  $\Delta C$  en situation de *Zéro-flow*, c'est-à-dire dans une situation où les équipements de l'installation ne consomment pas de gaz.

**[0070]** Pour une période de 6 heures (soit 24 x 15 minutes), il suffit de 48 octets (sur 51) pour stocker les valeurs de différence d'index AC.

**[0071]** Le composant de traitement transmet régulièrement au SI 6 ces mesures pertinentes, en l'occurrence toutes les 6 heures.

**[0072]** Le deuxième module d'application 9 du SI 6 reçoit les trames de surveillance ou, plus précisément, des paquets de surveillance 14. Chaque paquet de surveillance 14 comprend une adresse 15 du compteur qui l'envoie, ainsi qu'une trame de surveillance LoRa 16 qui comprend un *header* qui désigne le deuxième mode de surveillance dans lequel fonctionne le compteur (qui appartient au deuxième ensemble de compteurs 2), ce qui permet de diriger le paquet de surveillance 14 vers le

deuxième module d'application 9.

**[0073]** Pour chaque compteur, le deuxième module d'application 9 réalise une comparaison des mesures pertinentes avec un deuxième seuil de détection commun à tous les compteurs du deuxième ensemble de compteurs 2, pour tenter de détecter une fuite dans l'installation.

**[0074]** Pour chaque compteur du deuxième ensemble 2, le SI 6 reçoit donc toutes les 6 heures 24 valeurs de différence d'index  $\Delta C$  relatives à des périodes de *Zéro-flow*.

**[0075]** Le deuxième module d'application 9 détecte une fuite de gaz dans l'installation associée au compteur lorsque, sur une quatrième durée prédéterminée, qui est égale à 6 heures, et donc sur les 24 valeurs de différence d'index  $\Delta C$ , on a :

$$(\Delta C_{\max} - \Delta C_{\min}) \geq \text{Seuil\_C2},$$

où  $\Delta C_{\max}$  est la valeur maximale de la différence d'index  $\Delta C$  et où  $\Delta C_{\min}$  est la valeur minimale de la différence d'index  $\Delta C$  sur la quatrième durée prédéterminée, et où Seuil\_C2 est le deuxième seuil de détection.

**[0076]** Typiquement, Seuil\_C2 = 3.

**[0077]** Le deuxième module d'application 9 va aussi ajuster dynamiquement le deuxième seuil de détection Seuil\_C2 en fonction d'un taux détecté d'anomalies, c'est-à-dire d'un taux détecté d'installations subissant une fuite.

**[0078]** Le SI 6 reçoit en effet périodiquement les trames de surveillance émises par tous les compteurs du deuxième ensemble de compteurs 2, auxquels il est connecté via le réseau LoRa.

**[0079]** Lorsque le taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un deuxième taux de fuite prédéterminé, le deuxième module d'application 9 augmente le deuxième seuil de détection Seuil\_C2 pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fuite prédéterminé.

**[0080]** On considère en effet qu'on ne peut pas avoir simultanément plus de F2% de fuites dans toutes les installations associées au deuxième ensemble de compteurs 2.

**[0081]** F2 est le deuxième taux de fuite prédéterminé et est ici égal à 8%.

**[0082]** Ainsi, si le deuxième module d'application 9 détecte plus de 8% d'installations en fuite, cela signifie que le deuxième seuil de détection Seuil\_C2 est mal réglé et est trop bas. Le deuxième module d'application 9 ajuste dynamiquement le deuxième seuil de détection Seuil\_C2 pour diminuer le taux détecté d'installations subissant une fuite de manière à ce qu'il devienne inférieur ou égal à 8%.

**[0083]** On s'intéresse maintenant aux compteurs du troisième ensemble de compteurs 3, qui mettent en œuvre un troisième mode de surveillance et qui communi-

quent, via les *gateways* 5 et le module LNS 7, avec le troisième module d'application 10 du SI 6.

**[0084]** Les compteurs du troisième ensemble 3 sont des compteurs d'eau et sont chacun agencés pour mesurer un débit d'eau fourni à une installation par un réseau de distribution.

**[0085]** Chacun de ces compteurs comprend un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse de l'eau, qui comporte un premier transducteur et un deuxième transducteur.

**[0086]** Le compteur transmet régulièrement au SI 6 des trames contenant des données classiquement transmises par un tel compteur d'eau. Ces données incluent des estimations du débit d'eau fourni à l'installation, ainsi que diverses autres données.

**[0087]** Pour mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'invention, le compteur va, en plus de ces trames habituelles, transmettre au SI 6 des trames de surveillance.

**[0088]** A nouveau, le compteur envoie ici 4 trames de surveillance par jour, soit une toutes les 6 heures. Ces nouvelles trames de surveillance représentent donc une durée totale de 2,5s toutes les 6 heures.

**[0089]** On décrit maintenant, pour chaque compteur du troisième ensemble de compteurs 3, le contenu des trames de surveillance.

**[0090]** Le composant de traitement du compteur produit des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée au compteur. L'anomalie possiblement détectée est une tentative de fraude ultrasonique sur le compteur.

**[0091]** La grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est un niveau de signal ultrasonique parasite mesuré lorsque le dispositif de mesure ultrasonique n'émet pas de signal ultrasonique de mesure via le premier transducteur et le deuxième transducteur.

**[0092]** Le compteur réalise 1 fois par minute dans ses silences (c'est-à-dire dans les moments où il n'émet pas de signal ultrasonique de mesure) une mesure à la réception de chacun de ses transducteurs du niveau de signal ultrasonique parasite Nc reçu. Le niveau de signal ultrasonique parasite Nc est un niveau crête.

**[0093]** Le niveau de signal ultrasonique parasite Nc est mémorisé sur 1 octet.

**[0094]** Les valeurs de niveau de signal ultrasonique parasite Nc forment donc les mesures primaires.

**[0095]** Puis, le composant de traitement sélectionne, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence.

**[0096]** Le critère de pertinence est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une cinquième durée prédéterminée, un premier nombre prédéterminé Np1 des niveaux de signal ultrasonique parasite Nc les plus élevés en valeur absolue.

**[0097]** Le premier nombre prédéterminé Np1 est égal à 48 et la cinquième durée prédéterminée est égale à 6 heures.

**[0098]** On sélectionne donc les 48 niveaux de signal ultrasonique parasite Nc les plus élevés en valeur absolue sur une durée de 6 heures.

**[0099]** Le composant de traitement transmet régulièrement au SI 6 ces mesures pertinentes, en l'occurrence toutes les 6 heures.

**[0100]** Le troisième module d'application 10 du SI 6 reçoit les trames de surveillance ou, plus précisément, des paquets de surveillance 14. Chaque paquet de surveillance 14 comprend une adresse 15 du compteur qui l'envoie, ainsi qu'une trame de surveillance LoRa 16 qui comprend un *header* qui désigne le troisième mode de surveillance dans lequel fonctionne le compteur (qui appartient au troisième ensemble de compteurs 3), ce qui permet de diriger le paquet de surveillance 14 vers le troisième module d'application 10.

**[0101]** Pour chaque compteur, le troisième module d'application 10 réalise une comparaison des mesures pertinentes avec un troisième seuil de détection commun à tous les compteurs du troisième ensemble de compteurs 3, pour tenter de détecter une tentative de fraude sur le compteur.

**[0102]** Pour chaque compteur du troisième ensemble 3, le SI 6 reçoit donc toutes les 6 heures les 48 niveaux de signal ultrasonique parasite Nc les plus élevés en valeur absolue, les mesures des niveaux étant réalisées dans les silences dudit compteur.

**[0103]** Le troisième module d'application 10 détecte une tentative de fraude sur le compteur lorsque, sur une sixième durée prédéterminée, on a :

$N2 \geq K2$ , où K2 est un seuil de fraude prédéterminé, et où N2 est le nombre de niveaux de signal ultrasonique parasite Nc tels que :

$|Nc| > \text{Seuil\_Nc}$ , où Seuil\_Nc est le troisième seuil de détection.

**[0104]** Ici, K2 est égal à 16.

**[0105]** La sixième durée prédéterminée est égale à 6 heures et correspond donc aux 48 niveaux de signal ultrasonique parasite Nc reçus.

**[0106]** On fixe donc le troisième seuil de détection tel que, si 16 valeurs de niveau de signal ultrasonique parasite Nc sont en valeur absolue strictement supérieures au troisième seuil de détection Seuil\_Nc, on considère qu'il y a fraude.

**[0107]** Ici, Seuil\_Nc est égal à 0,5V. Seuil\_Nc dépend de la conception du dispositif de mesure ultrasonique.

**[0108]** Le troisième module d'application 10 va aussi ajuster dynamiquement le troisième seuil de détection Seuil\_Nc en fonction d'un taux détecté d'anomalies, c'est-à-dire d'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude.

**[0109]** Le SI 6 reçoit en effet périodiquement les trames de surveillance émises par tous les compteurs du troisième ensemble de compteurs 3, auxquels il est connecté via le réseau LoRa.

**[0110]** Lorsque le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un premier taux de fraude prédéterminé, le troisième module d'appli-

tion 10 augmente le troisième seuil de détection Seuil\_Nc pour que le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au premier taux de fraude prédéterminé.

**[0111]** On considère en effet qu'on ne peut pas avoir simultanément plus de F3% de tentatives de fraude sur tous les compteurs du troisième ensemble 3.

**[0112]** F3 est le premier taux de fraude prédéterminé et est ici égal à 10%.

**[0113]** Ainsi, si le troisième module d'application 10 détecte plus de 10% de compteurs victimes d'une tentative de fraude, cela signifie que le troisième seuil de détection Seuil\_Nc est mal réglé et est trop bas. On ajuste dynamiquement le troisième seuil de détection Seuil\_Nc pour diminuer le taux détecté de compteurs subissant une fraude de manière à ce qu'il devienne inférieur ou égal à 10%.

**[0114]** On s'intéresse maintenant aux compteurs du quatrième ensemble de compteurs 4, qui mettent en œuvre un quatrième mode de surveillance et qui communiquent, via les *gateways* 5 et le module LNS 7, avec le quatrième module d'application 11 du SI 6.

**[0115]** Les compteurs du quatrième ensemble 4 sont des compteurs de gaz et sont chacun agencés pour mesurer une quantité de gaz distribuée à une installation par un réseau de distribution.

**[0116]** Chaque compteur est équipé d'un magnétomètre 3D destiné à détecter une tentative de fraude magnétique.

**[0117]** Le compteur transmet régulièrement au SI 6 des trames contenant des données classiquement transmises par un tel compteur de gaz. Ces données incluent des données de mesure représentatives de la quantité de gaz distribuée à l'installation, par exemple l'index totalisateur métrologique, ainsi que diverses autres données.

**[0118]** Pour mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'invention, le compteur va, en plus de ces trames habituelles, transmettre au SI 6 des trames de surveillance.

**[0119]** A nouveau, le compteur envoie ici 4 trames de surveillance par jour, soit une toutes les 6 heures. Ces nouvelles trames de surveillance représentent donc une durée totale de 2,5s toutes les 6 heures.

**[0120]** On décrit maintenant, pour chaque compteur du quatrième ensemble de compteurs 4, le contenu des trames de surveillance.

**[0121]** Le composant de traitement du compteur produit des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée au compteur. L'anomalie possiblement détectée est une tentative de fraude magnétique sur le compteur.

**[0122]** La grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est la grandeur magnétique :

$$|B_x| + |B_y| + |B_z| ,$$

Bx, By et Bz étant des valeurs en Tesla d'un champ magnétique mesuré par le magnétomètre 3D selon les trois axes Euclidiens respectifs X, Y et Z.

[0123] Le composant de traitement acquiert une mesure toutes les 1s de la grandeur magnétique, réalisée par le magnétomètre 3D.

[0124] Les valeurs Bx, By et Bz de la grandeur magnétique forment donc les mesures primaires.

[0125] Puis, le composant de traitement sélectionne, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence.

[0126] Le critère de pertinence est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une septième durée prédéterminée, un deuxième nombre prédéterminé des mesures primaires les plus élevées, c'est-à-dire les valeurs Bx, By et Bz des grandeurs magnétiques les plus élevées.

[0127] Le deuxième nombre prédéterminé Np2 est ici égal à 16 et la septième durée prédéterminée est ici égale à 6 heures. On sélectionne donc les 16 grandeurs magnétiques les plus élevées  $\max(|B_x|+|B_y|+|B_z|)$  sur une durée de 6 heures.

[0128] Le composant de traitement transmet régulièrement au SI 6 les mesures pertinentes précitées, soit les valeurs Bx, By et Bz des 16 grandeurs magnétiques les plus élevées, en l'occurrence toutes les 6 heures.

[0129] Le quatrième module d'application 11 du SI 6 reçoit les trames de surveillance ou, plus précisément, des paquets de surveillance 14. Chaque paquet de surveillance 14 comprend une adresse 15 du compteur qui l'envoie, ainsi qu'une trame de surveillance LoRa 16 qui comprend un *header* qui désigne le quatrième mode de surveillance dans lequel fonctionne le compteur (qui appartient au quatrième ensemble de compteurs 4), ce qui permet de diriger le paquet de surveillance 14 vers le quatrième module d'application 11.

[0130] Pour chaque compteur, le quatrième module d'application 11 réalise une comparaison des mesures pertinentes avec un quatrième seuil de détection commun à tous les compteurs du quatrième ensemble de compteurs 4, pour tenter de détecter une tentative de fraude sur le compteur.

[0131] Pour chaque compteur du quatrième ensemble 4, le SI 6 reçoit donc toutes les 6 heures les valeurs respectives Bx, By et Bz pour chacune des 16 grandeurs magnétiques les plus élevées, correspondant ainsi à 48 octets transmis audit SI 6.

[0132] Le quatrième module d'application 11 calcule alors, pour chaque grandeur magnétique  $|B_x|+|B_y|+|B_z|$  reçue, le module B du champ magnétique via la formule :

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}.$$

[0133] Le quatrième module d'application 11 détecte une tentative de fraude sur le compteur lorsque, sur une huitième durée prédéterminée, on a au moins une valeur

du module B telle que :

$$B > \text{Seuil\_B},$$

où Seuil\_B est le quatrième seuil de détection.

[0134] La huitième durée prédéterminée est égale à 6 heures et correspond donc aux 16 grandeurs magnétiques les plus élevées reçues par le SI 6.

[0135] Ainsi, le quatrième module d'application 4 détecte une tentative de fraude magnétique sur le compteur si au moins une des 16 valeurs de B est telle que  $B > \text{Seuil\_B}$ .

[0136] Le quatrième module d'application 4 va aussi ajuster dynamiquement le quatrième seuil de détection Seuil\_B en fonction d'un taux détecté d'anomalies, c'est-à-dire d'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude.

[0137] Le SI 6 reçoit en effet périodiquement les trames de surveillance émises par tous les compteurs du quatrième ensemble de compteurs 4, auxquels il est connecté via le réseau LoRa.

[0138] Lorsque le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un deuxième taux de fraude prédéterminé, le quatrième module d'application 11 augmente le quatrième seuil de détection Seuil\_B pour que le taux détecté de compteur subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fraude prédéterminé.

[0139] On considère en effet qu'on ne peut pas avoir simultanément plus de F4% de tentatives de fraude sur tous les compteurs du quatrième ensemble 4.

[0140] F4 est le deuxième taux de fraude prédéterminé et est ici égal à 10%.

[0141] Ainsi, si le quatrième module d'application 11 détecte plus de 10% de compteurs victimes d'une tentative de fraude, cela signifie que le quatrième seuil de détection Seuil\_B est mal réglé et est trop bas. Le quatrième module d'application 11 ajuste dynamiquement le quatrième seuil de détection Seuil\_B pour diminuer le taux détecté de compteurs subissant une fraude de manière à ce qu'il devienne inférieur ou égal à 10%.

[0142] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

[0143] Il serait bien sûr possible de mettre en œuvre plusieurs modes de surveillance sur des compteurs d'un même ensemble, par exemple un mode de surveillance d'un défaut de l'installation et un mode de surveillance d'une tentative de fraude.

[0144] L'invention n'est pas applicable uniquement aux compteurs d'eau ou de gaz, mais peut être mise en œuvre sur tout type de compteur.

[0145] On pourrait ainsi par exemple mettre en œuvre l'invention sur des compteurs de chaleur qui, dans un appartement d'un immeuble, évaluent l'énergie thermique consommée par l'appartement en mesurant la différence de température entre l'entrée et la sortie de la ca-

nalisation d'eau chaude (dédiée au chauffage par radiateurs) de l'appartement.

**[0146]** L'invention est aussi applicable aux pipelines transportant du pétrole ou du gaz.

**[0147]** L'invention peut aussi être mise en œuvre sur des compteurs électriques, qui pourraient alors envoyer un volume conséquent de données.

**[0148]** On note que le dispositif de traitement distant peut bien entendu utiliser le *Cloud* (que l'on peut traduire en français par « nuage ») pour sous-traiter au moins une partie des algorithmes.

**[0149]** Le dispositif de traitement distant n'est pas nécessairement un SI mais pourrait être un équipement ou un système différent, par exemple un concentrateur de données relié à un ensemble de compteurs.

**[0150]** Bien qu'ici dans le cas des compteurs à gaz, les mesures pertinentes sont les valeurs Bx, By et Bz, les mesures pertinentes pourront directement être les grandeurs magnétiques.

## Revendications

1. Procédé de surveillance d'un ensemble de compteurs (1, 2, 3, 4), chaque compteur étant agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution, tous les compteurs étant connectés à un même dispositif de traitement distant (6), le procédé de surveillance comprenant les premières étapes, mises en œuvre dans chaque compteur, de :

- acquérir des mesures primaires d'une grandeur représentative de la survenue d'une anomalie associée audit compteur ;
- sélectionner, parmi les mesures primaires, des mesures pertinentes qui vérifient un critère de pertinence ;
- transmettre régulièrement au dispositif de traitement distant les mesures pertinentes ;

et les deuxièmes étapes, mises en œuvre dans le dispositif de traitement distant (6), de :

- pour chaque compteur, réaliser une comparaison des mesures pertinentes avec un seuil de détection commun à tous les compteurs de l'ensemble de compteurs, pour tenter de détecter une anomalie associée audit compteur;
- ajuster dynamiquement le seuil de détection en fonction d'un taux détecté d'anomalies.

2. Procédé de surveillance selon la revendication 1, dans lequel une anomalie associée à un compteur est un défaut dans l'installation associée audit compteur ou une tentative de fraude sur ledit compteur.

3. Procédé de surveillance selon la revendication 2,

dans lequel les compteurs sont des compteurs d'un fluide, et dans lequel le défaut dans l'installation possiblement détecté est une fuite du fluide dans l'installation.

4. Procédé de surveillance selon la revendication 3, dans lequel les compteurs comprennent chacun un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse du fluide, dans lequel la grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une vitesse moyennée  $V_{moy}$  du fluide sur une première durée prédéterminée, et dans lequel le critère de pertinence est la condition :

$|V_{moy}| \leq \text{Seuil\_V1}$ , où  $|V_{moy}|$  est une valeur absolue de la vitesse moyennée  $V_{moy}$  et où  $\text{Seuil\_V1}$  est un seuil de vitesse prédéterminé.

5. Procédé de surveillance selon la revendication 4, dans lequel, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant (6) détecte une fuite dans l'installation associée audit compteur lorsque, sur une deuxième durée prédéterminée, on a :  $N1 \geq K1$ , où  $K1$  est un seuil de fuite prédéterminé, et où  $N1$  est le nombre de vitesses moyennées telles que :  $V_{moy} > \text{Seuil\_V2}$ , où  $\text{Seuil\_V2}$  est le seuil de détection.

6. Procédé de surveillance selon la revendication 5, dans lequel, lorsqu'un taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un premier taux de fuite prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au premier taux de fuite prédéterminé.

7. Procédé de surveillance selon la revendication 3, dans lequel la grandeur représentative de la survenue d'une fuite est une différence d'index  $\Delta C$  entre une valeur maximale et une valeur minimale d'un index métrologique du compteur sur une troisième durée prédéterminée, et dans lequel le critère prédéterminé est la condition :  $\Delta C \leq \text{Seuil\_C1}$ , où  $\text{Seuil\_C1}$  est un seuil d'index prédéterminé.

8. Procédé de surveillance selon la revendication 7, dans lequel, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant (6) détecte une fuite dans l'installation associée audit compteur lorsque, sur une quatrième durée prédéterminée, on a :  $(\Delta C_{max} - \Delta C_{min}) \geq \text{Seuil\_C2}$ , où  $\Delta C_{max}$  est la valeur maximale de la différence d'index  $\Delta C$  et où  $\Delta C_{min}$  est la valeur minimale de la différence d'index  $\Delta C$ , et où  $\text{Seuil\_C2}$  est le seuil de détection.

9. Procédé de surveillance selon la revendication 8,

dans lequel, lorsqu'un taux détecté d'installations subissant une fuite est supérieur à un deuxième taux de fuite prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté d'installations subissant une fuite devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fuite prédéterminé.

10. Procédé de surveillance selon la revendication 2, dans lequel les compteurs sont des compteurs d'un fluide qui comprennent chacun un dispositif de mesure ultrasonique d'une vitesse du fluide, et dans lequel la tentative de fraude possiblement détectée est une tentative de fraude ultrasonique.

11. Procédé de surveillance selon la revendication 10, dans lequel la grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est un niveau de signal ultrasonique parasite mesuré lorsque le dispositif de mesure ultrasonique n'émet pas de signal ultrasonique de mesure, et dans lequel le critère de pertinence est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une cinquième durée prédéterminée, un premier nombre prédéterminé des niveaux de signal ultrasonique parasite les plus élevés en valeur absolue.

12. Procédé de surveillance selon la revendication 11, dans lequel, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant (6) détecte une tentative de fraude lorsque, sur une sixième durée prédéterminée, on a :  $N2 \geq K2$ , où K2 est un seuil de fraude prédéterminé, et où N2 est le nombre de niveaux de signal ultrasonique parasite tels que :  $|Nc| > \text{Seuil\_Nc}$ , où Seuil\_Nc est le seuil de détection.

13. Procédé de surveillance selon la revendication 12, dans lequel, lorsqu'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un premier taux de fraude prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au premier taux de fraude prédéterminé.

14. Procédé de surveillance selon la revendication 2, dans lequel les compteurs comprennent chacun un magnétomètre destiné à détecter une tentative de fraude magnétique.

15. Procédé de surveillance selon la revendication 14, dans lequel le magnétomètre est un magnétomètre 3D, dans lequel la grandeur représentative de la survenue de la tentative de fraude est une grandeur magnétique égale à :  $(|Bx| + |By| + |Bz|)$ , Bx, By et Bz étant des valeurs en Tesla d'un champ magnétique mesuré selon trois axes X, Y et Z, et dans lequel le critère de pertinence

est tel que les mesures pertinentes comprennent, sur une septième durée prédéterminée, un deuxième nombre prédéterminé des valeurs Bx, By et Bz des grandeurs magnétiques les plus élevées.

16. Procédé de surveillance selon la revendication 15, dans lequel, pour chaque compteur, le dispositif de traitement distant (6) détecte une tentative de fraude lorsque, sur une huitième durée prédéterminée, on a au moins une valeur du module B telle que :

$$B > \text{Seuil\_B},$$

où Seuil\_B est le seuil de détection et où :

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}.$$

17. Procédé de surveillance selon la revendication 16, dans lequel, lorsqu'un taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude est supérieur à un deuxième taux de fraude prédéterminé, le dispositif de traitement distant (6) augmente le seuil de détection pour que le taux détecté de compteurs subissant une tentative de fraude devienne inférieur ou égal au deuxième taux de fraude prédéterminé.

18. Système de mesure comprenant un ensemble de compteurs (1, 2, 3, 4) et un dispositif de traitement distant (6), chaque compteur étant agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution, tous les compteurs étant connectés au dispositif de traitement distant, le procédé de surveillance selon l'une des revendications précédentes étant mis en œuvre dans ledit système de mesure.

19. Compteur agencé pour mesurer un flux fourni à une installation par un réseau de distribution et pour être connecté à un dispositif de traitement distant, le compteur comprenant un composant de traitement dans lequel les premières étapes du procédé de surveillance selon l'une des revendications 1 à 17 sont mises en œuvre.

20. Programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un composant de traitement d'un compteur, les premières étapes du procédé de surveillance selon l'une des revendications 1 à 17.

21. Moyens de stockage, **caractérisés en ce qu'ils** stockent un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un composant de traitement d'un compteur, les premières

étapes du procédé de surveillance selon l'une des revendications 1 à 17.

5

10

15

20

25

30

35

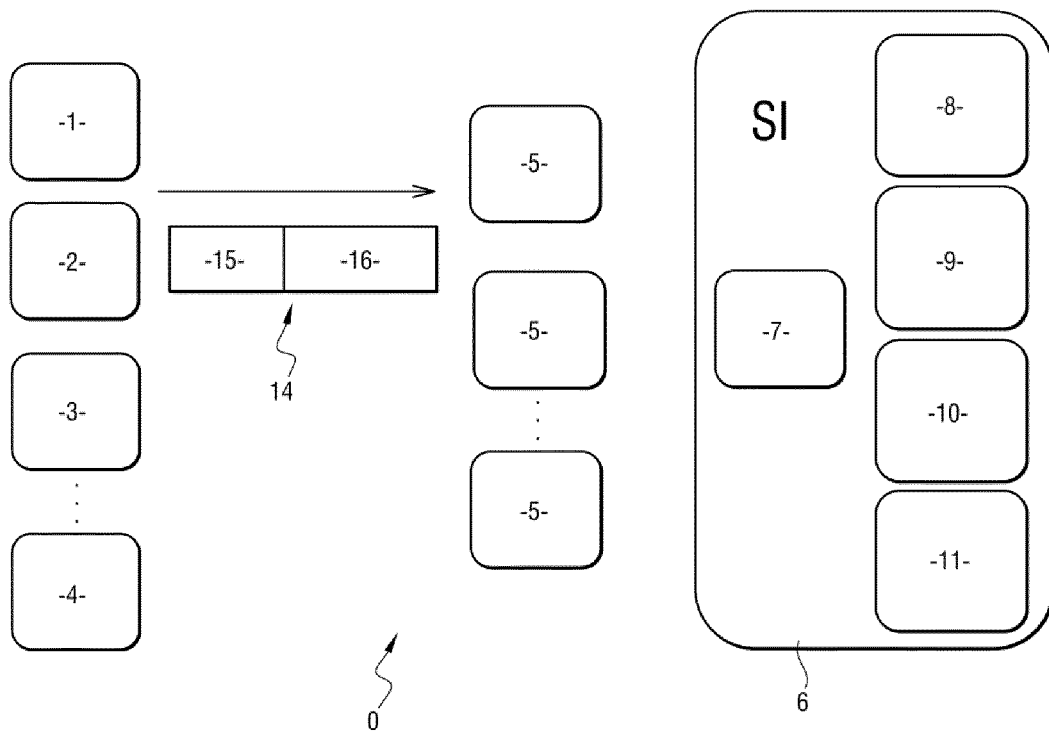
40

45

50

55

Fig. 1





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 18 8483

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                    | Revendication concernée           | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)                                                                                                   |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 5 130220 B2 (ITRON)<br>30 janvier 2013 (2013-01-30)                                                                             | 19-21                             | INV.<br>G01D4/00<br>G01F15/00<br>G01M3/00<br>G01F15/06                                                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | * alinéas [0008], [0009], [0010], [0017], [0018]; figures 1,2 *                                                                    | 1-18                              |                                                                                                                                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 2015/323344 A1 (ARLITT MARTIN [CA] ET AL) 12 novembre 2015 (2015-11-12)<br>* alinéa [0028] *                                    | 1-18                              |                                                                                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2018/162250 A1 (SAGEMCOM ENERGY & TELECOM SAS [FR])<br>13 septembre 2018 (2018-09-13)<br>* page 4; figure 1 *                   | 4,10-12                           |                                                                                                                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2015/089594 A1 (FERNANDEZ GIOVANI JOSÉ [BR]; MANGANELLI LAURINDO [BR] ET AL.)<br>25 juin 2015 (2015-06-25)<br>* alinéa [0018] * | 14-16                             | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)<br><br>F17D<br>F23K<br>F23N<br>G01F<br>G08B<br>G08C<br>H04Q<br>G01P<br>G01D<br>G01M<br>G05B |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2017/005269 A1 (KAMSTRUP AS [DK])<br>12 janvier 2017 (2017-01-12)<br>* le document en entier *                                  | 1-21                              |                                                                                                                                  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                  |
| Lieu de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                    | Date d'achèvement de la recherche | Examineur                                                                                                                        |
| La Haye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                    | 11 décembre 2020                  | Decaix, François                                                                                                                 |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                                                                    |                                   |                                                                                                                                  |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 18 8483

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

11-12-2020

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| JP 5130220 B2                                   | 30-01-2013             | AU 2006304756 A1                        | 26-04-2007             |
|                                                 |                        | CA 2626283 A1                           | 26-04-2007             |
|                                                 |                        | EP 1946279 A2                           | 23-07-2008             |
|                                                 |                        | JP 5130220 B2                           | 30-01-2013             |
|                                                 |                        | JP 2009512949 A                         | 26-03-2009             |
|                                                 |                        | US 2007103335 A1                        | 10-05-2007             |
|                                                 |                        | WO 2007047947 A2                        | 26-04-2007             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| US 2015323344 A1                                | 12-11-2015             | US 2015323344 A1                        | 12-11-2015             |
|                                                 |                        | WO 2014116224 A1                        | 31-07-2014             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| WO 2018162250 A1                                | 13-09-2018             | BR 112019017302 A2                      | 31-03-2020             |
|                                                 |                        | CN 110418969 A                          | 05-11-2019             |
|                                                 |                        | EP 3593147 A1                           | 15-01-2020             |
|                                                 |                        | FR 3063815 A1                           | 14-09-2018             |
|                                                 |                        | US 2020173823 A1                        | 04-06-2020             |
|                                                 |                        | WO 2018162250 A1                        | 13-09-2018             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| WO 2015089594 A1                                | 25-06-2015             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| WO 2017005269 A1                                | 12-01-2017             | CN 107709938 A                          | 16-02-2018             |
|                                                 |                        | CN 107923880 A                          | 17-04-2018             |
|                                                 |                        | DK 3317658 T3                           | 30-11-2020             |
|                                                 |                        | EP 3317618 A1                           | 09-05-2018             |
|                                                 |                        | EP 3317658 A1                           | 09-05-2018             |
|                                                 |                        | LT 3317658 T                            | 10-12-2020             |
|                                                 |                        | US 2018188210 A1                        | 05-07-2018             |
|                                                 |                        | US 2019033261 A1                        | 31-01-2019             |
|                                                 |                        | US 2019285587 A1                        | 19-09-2019             |
|                                                 |                        | WO 2017005268 A1                        | 12-01-2017             |
|                                                 |                        | WO 2017005269 A1                        | 12-01-2017             |
|                                                 |                        | WO 2017005687 A1                        | 12-01-2017             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82